

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-10174

(43)公開日 平成10年(1998)1月16日

(51)Int.Cl. ⁶	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
G 01 R 29/22			G 01 R 29/22	D
31/00			31/00	
H 03 B 5/32			H 03 B 5/32	Z
H 03 H 3/02			H 03 H 3/02	B

審査請求 未請求 請求項の数8 O L (全 9 頁)

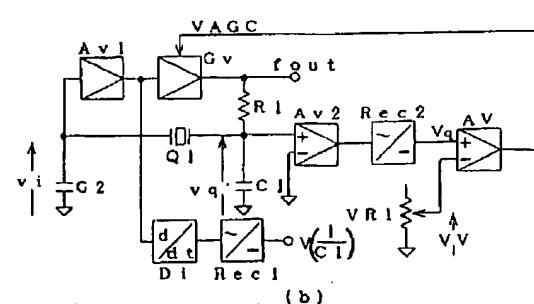
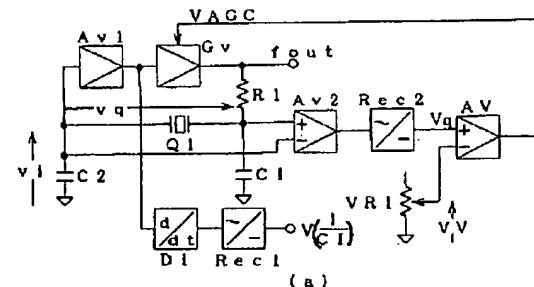
(21)出願番号	特願平8-162220	(71)出願人	596090786 スワ電子株式会社 長野県茅野市玉川11065-1
(22)出願日	平成8年(1996)6月21日	(72)発明者	牛山一 長野県茅野市玉川11287-1
		(74)代理人	弁理士 西澤利夫

(54)【発明の名称】 水晶振動子のC I測定方法

(57)【要約】

【課題】 広範囲の周波数またはC I値を有する様々な水晶振動子に対して、短時間で、簡易、高精度でC Iの測定を行うことのできる新しい水晶振動子のC I測定方法を提供する。

【解決手段】 水晶振動子を、該水晶振動子の直列共振周波数に極めて近い周波数で発進させることのできる水晶発振回路を用い、該水晶発振回路において水晶振動子のインピーダンスの絶対値を測定し、このインピーダンスの絶対値を水晶振動子のC I値と見なすことによりC I値を得る。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 水晶振動子のC I 値の測定方法であつて、水晶振動子を、該水晶振動子の直列共振周波数に極めて近い周波数で発振させることのできる水晶発振回路を用い、該水晶発振回路において水晶振動子のインピーダンスの絶対値を測定し、このインピーダンスの絶対値を水晶振動子のC I 値と見なすことにより、C I 値を得ることを特徴とする水晶振動子のC I 測定方法。

【請求項2】 請求項1の測定方法において、增幅回路が電圧出力型である水晶発振回路を用いることを特徴とする水晶振動子のC I 測定方法。

【請求項3】 請求項1の測定方法において、增幅回路が電流出力型である水晶発振回路を用いることを特徴とする水晶振動子のC I 測定方法。

【請求項4】 請求項2または3の測定方法において、水晶振動子の発振周波数に関わらず、定励振電圧、定励振電流、または定励振電力により水晶振動子を発振させるために、微分回路が一個または複数個組み込まれている水晶発振回路を用いることを特徴とする水晶振動子のC I 測定方法。

【請求項5】 請求項4の測定方法において、水晶振動子のC I に関わらず、定励振電圧により水晶振動子を発振させるために、AGC回路が一個または複数個組み込まれている水晶発振回路を用いることを特徴とする水晶振動子のC I 測定方法。

【請求項6】 請求項4の測定方法において、水晶振動子のC I に関わらず、定励振電流により水晶振動子を発振させるために、AGC回路が一個または複数個組み込まれている水晶発振回路を用いることを特徴とする水晶振動子のC I 測定方法。

【請求項7】 請求項4の測定方法において、水晶振動子のC I に関わらず、定励振電力により水晶振動子を発振させるために、AGC回路が一個または複数個、乘算回路が一個、および除算回路が一個組み込まれている水晶発振回路を用いることを特徴とする水晶振動子のC I 測定方法。

【請求項8】 請求項4の測定方法において、水晶振動子のC I に関わらず、定励振電力により水晶振動子を発振させるために、AGC回路が一個または複数個、入力信号の自乗に反比例する出力特性を持つ回路が一個、および入力信号の自乗に比例する出力特性を持つ回路が一個組み込まれている水晶発振回路を用いることを特徴とする水晶振動子のC I 測定方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、水晶振動子のC I 測定方法に関するものである。さらに詳しくは、この発明は、水晶振動子のパラメータの一つであるC I を、定励振電圧、定励振電流、又は定励振電力を基にして、電圧値または電流値として直読することにより、短時間

で、容易に、正確なC I の測定を行うことのできる新しい水晶振動子のC I 測定方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術とその課題】従来より、水晶振動子のC I の測定方法としては、抵抗置換法や自由振動法などが用いられている。抵抗置換法は、被測定水晶振動子が自励発振回路の帰還ループの中に組み込まれ、該水晶振動子を完全な直列共振で励振させたときのインピーダンスとして水晶振動子のC I を測定する方法である。

10 【0003】しかしながら、この抵抗置換法では、発振周波数の調整・設定を、被測定水晶振動子ごとに行わなければならず、さらにまた、その発振周波数が共振周波数の約±10 ppmからずれると、C I の測定精度が急激に低下してしまうため、様々な水晶振動子のC I を正確に測定するためには、非常に困難で時間がかかる操作が必要であると言った問題があった。また、様々な発振周波数の水晶振動子のC I を測定する場合においては、周波数レンジの切り換え、励振レベルの設定など、非常に複雑な操作が必要であるといった問題もあった。

20 【0004】自由振動法は、先ず被測定水晶振動子を水晶発振回路において何らかの方法により発振させておき、そのC I を測定する時点で、該水晶振動子を水晶発振回路から切り離し、それまでの振動の余韻である減衰振動の減衰時間を測定して、C I を推定する方法である。しかしながら、この自由振動法では、当然従来の発振周波数とは異なる周波数で発振しており、また励振レベルも大きい値から減衰してくるため、通常の発振時のC I とは異なったC I を測定していることとなり、正確なC I を測定することはできないといった問題があつた。

30 【0005】この様に、従来のC I 測定方法では、短時間で、簡易に、正確なC I の測定を行うことが非常に困難であった。そこで、この発明は、以上のような従来技術の欠点を解決するために創案されたものであって、広範囲の周波数またはC I 値を有する様々な水晶振動子に対して、短時間で、簡易に、高精度でC I の測定を行うことのできる、新しい水晶振動子のC I 測定方法を提供することを目的としている。

【0006】

40 【課題を解決するための手段】この発明は、上記の課題を解決するものとして、水晶振動子のC I 値の測定方法であつて、水晶振動子を、該水晶振動子の直列共振周波数に極めて近い周波数で発振させることのできる水晶発振回路を用い、該水晶発振回路において水晶振動子のインピーダンスの絶対値を測定し、このインピーダンスの絶対値を水晶振動子のC I 値と見なすことにより、C I 値を得ることを特徴とする水晶振動子のC I 測定方法（請求項1）を提供する。

50 【0007】また、この発明は、上記の測定方法において、增幅回路が電圧出力型である水晶発振回路を用いる

こと（請求項2）や、增幅回路が電流出力型である水晶発振回路を用いること（請求項3）もその態様としている。また、この発明は、上記の測定方法において、水晶振動子の発振周波数に関わらず、定励振電圧、定励振電流、または定励振電力により水晶振動子を発振させるために、微分回路が一個または複数個組み込まれている水晶発振回路を用いること（請求項4）もその好ましい態様の一つとしている。

【0008】さらにまた、この発明は、上記の測定方法において、水晶振動子のC Iに関わらず、定励振電圧により水晶振動子を発振させるために、A G C回路が一個または複数個組み込まれている水晶発振回路を用いること（請求項5）や、定励振電流により水晶振動子を発振させるために、A G C回路が一個または複数個組み込まれている水晶発振回路を用いること（請求項6）や、定励振電力により水晶振動子を発振させるために、A G C回路が一個または複数個、乘算回路が一個、および除算回路が一個組み込まれている水晶発振回路を用いること（請求項7）や、定励振電力により水晶振動子を発振させるために、A G C回路が一個または複数個、入力信号の自乗に反比例する出力特性を持つ回路が一個、および入力信号の自乗に比例する出力特性を持つ回路が一個組み込まれている水晶発振回路を用いること（請求項8）*

$$|Z_x| = \sqrt{R_x^2 + \left(\omega L \times \frac{1}{\omega C_x} \right)^2}, \quad R_x = C_I$$

..... 式(1)

【0013】となる。ここで、 ω は水晶振動子の発振角周波数である。この発明の測定方法では、式(1)により示される水晶振動子のインピーダンスの絶対値を、水晶振動子の抵抗 R_x の近似値、つまり C_I の近似値と見なすことにより、水晶振動子の C_I の値を得る。この水晶振動子のインピーダンスの絶対値は、水晶振動子の発振周波数がその直列共振周波数に近いほど、より精度の高い R_x の近似値となる。つまり、たとえば、水晶振動子のインピーダンスの絶対値が直列抵抗の値に対して±10%以内の偏差となれば、従来の測定方法により得られる C_I と比べ、非常に精度の高い C_I を得ることができる。

【0014】水晶振動子のインピーダンスの絶対値が直列抵抗の値に対して±10%以内の偏差となるようにするためには、実際には、水晶振動子の発振角周波数が直列共振角周波数と比べて約±10 ppm以内の偏差とならなければならぬ。水晶振動子の発振角周波数を直列共振角周波数と比較して約±10 ppm以内の偏差に抑※

*等もその好ましい態様としている。

【0009】

【発明の実施の形態】この発明の水晶振動子のC I測定方法は、上記の通り、被測定水晶振動子を、その直列共振周波数に極めて近い周波数、たとえば、水晶振動子のインピーダンスの絶対値が直列抵抗の値に対して±10%以内の偏差となる周波数、で発振させることのできる水晶発振回路を用い、該水晶発振回路において水晶振動子のインピーダンスの絶対値を測定し、そのインピーダンスの絶対値を水晶振動子のC Iの値と見なすことにより、C I値を得ることができる。

【0010】一般に、水晶振動子は、図1(a)に例示した等価回路により表すことができる。この図1(a)において、 L_e は等価インダクタンス、 C_e は等価キャパシタンス、 R_e は等価抵抗、 C_o は振動子の電極間キャパシタンスである。また、直列共振周波数に極めて近い周波数で発振される水晶振動子は、図1(b)に例示した等価回路により表すことができる。

【0011】この図1(b)において、水晶振動子のインピーダンス Z_x の絶対値は、

【0012】

【数1】

30※えることのできる水晶発振回路としては、たとえば、図2(a)に示したようなものとすることができる。

【0015】この図2(a)は、電圧出力反転型增幅回路を用いたコルビッツ型水晶発振回路を例示したものであり、增幅回路が電圧出力型である水晶発振回路である。この図2(a)において、 $-A_v$ は増幅回路の交流電圧増幅率、 Q_1 は水晶振動子、 R_1 は増幅回路の出力側抵抗、 C_1 は増幅回路の出力側キャパシタンス、 R_2 は増幅回路の入力側抵抗、 C_2 は増幅回路の入力側キャパシタンス、 f_{out} は発振回路の出力端である。

【0016】また、 R_2 が C_2 のリアクタンスよりも非常に大きい場合は、 R_2 を無限大と見なすことができるため、図2(a)に示される水晶発振回路は、図2(b)に例示したように、 R_2 を省略して考えることができる。この図2(b)において、発振角周波数 ω_v は、

【0017】

【数2】

$$\omega_v = \frac{1}{L \times C_x} \left\{ 1 + \frac{1}{2} \left(\frac{C_x}{C_1} + \frac{C_x}{C_2} + \frac{C_x \cdot R_x}{C_2 \cdot R_1} \right) \right\}^{\frac{1}{2}} \quad \text{式(2)}$$

 $R_x = C_1$

..... 式(2)

【0018】となる。この式(2)において、

【0019】

$$\frac{1}{2} \left(\frac{C_x}{C_1} + \frac{C_x}{C_2} + \frac{C_x \cdot R_x}{C_2 \cdot R_1} \right)^{\frac{1}{2}} \quad \text{式(3)}$$

【0020】の項が、発振角周波数と直列共振角周波数との偏差を表しており、これを上述のように $\pm 10 \text{ ppm}$ 以内にするためには、実際には、增幅回路の出力側キャパシタンス C_1 及び入力側キャパシタンス C_2 を水晶振動子のキャパシタンス C_x と比較して $10^5 \sim 10^6$ にする必要がある。図2(b)に例示した水晶発振回路は、 C_1 及び C_2 を C_x と比較して $10^5 \sim 10^6$ にすることができる。

【0021】従って、増幅回路が電圧出力型である水晶発振回路を用いることにより、発振角周波数と直列共振角周波数との偏差を、たとえば $\pm 10 \text{ ppm}$ 以内に抑えることができるために、水晶振動子のインピーダンスの絶対値を正確に測定し、水晶振動子の C_I 値を高精度で得ることができる。しかしながら、このような増幅回路が電圧出力型である水晶発振回路では、水晶振動子の抵抗 R_x が増幅回路の出力側抵抗 R_1 と比較して極端に大きくなる、たとえば10倍以上となる場合では、発振角周波数と直列共振角周波数との偏差を $\pm 10 \text{ ppm}$ 以内に抑えることができなくなる。

【0022】そこで、 R_x が R_1 と比較して極端に大きくなる場合

$$\omega_i = \frac{1}{\sqrt{L \times C_x}} \left\{ 1 + \frac{1}{2} \left(\frac{C_x}{C_1} + \frac{C_x}{C_2} \right) \right\}^{\frac{1}{2}} \quad \text{式(4)}$$

【0025】となる。この式(4)において、

【0026】

$$\frac{1}{2} \left(\frac{C_x}{C_1} + \frac{C_x}{C_2} \right)^{\frac{1}{2}} \quad \text{式(5)}$$

【0027】の項が、発振角周波数と直列共振角周波数との偏差を表している。この項には、前述の増幅回路が電圧出力型である水晶発振回路における式(3)と比べて分かるように、 R_x が存在していない。つまり、増幅回路が電流出力型である水晶発振回路においては、 R_x が R_1 に比べ極端に大きくなるような場合においても、 R_x の影響を受けずに水晶振動子の発振角周波数を直列共振角周波数と比較して $\pm 10 \text{ ppm}$ 以内の偏差に抑えることができ、よって、常に、水晶振動子のインピーダンスの絶対値を正確に測定して、水晶振動子の C_I 値を高精度で得ることができる。

【0028】増幅回路が電圧出力型である水晶発振回路

※い場合において水晶振動子の発振角周波数を直列共振角周波数と比較して $\pm 10 \text{ ppm}$ 以内の偏差に抑えることのできる水晶発振回路としては、たとえば、図3(a)に例示したように、増幅回路が電流出力型であるものとすることができる。この図3(a)は、電流出力反転型増幅回路を用いたコルピツ型水晶発振回路を例示したものであり、 $-g_m$ は増幅回路の相互コンダクタンス、 Q_1 は水晶振動子、 R_1 は増幅回路の出力側抵抗、 C_1 は増幅回路の出力側キャパシタンス、 R_2 は増幅回路の入力側抵抗、 C_2 は増幅回路の入力側キャパシタンス、 f_{out} は発振回路の出力端である。

【0023】また、図3(a)において R_2 が C_2 のりアクタンスよりも非常に大きい場合は、 R_2 を無限大と見なすことができるために、この水晶発振回路は、図3(b)に例示したように、 R_2 を省略して考えることができる。この図3(b)において、発振角周波数 ω_i は、

【0024】

【数4】

★【数5】

★

..... 式(5)

☆は、 R_x 、つまり C_I が極端に大きくなるような場合で40は発振角周波数と直列共振角周波数との偏差を $\pm 10 \text{ ppm}$ 以内に抑えることができないものの、 R_x の値が通常の範囲内である場合では何ら問題なく C_I 値を高精度で測定することができ、また、増幅回路が電流出力型である水晶発振回路よりも簡単な回路構成となるために測定装置全体の小型化を図ることができるために、 R_x の値が小さい場合における C_I 測定には、回路構成が簡単な、増幅回路が電圧出力型である水晶発振回路を用いてもよい。

【0029】このように、この発明の測定方法では、増幅回路が電流出力型もしくは電圧出力型であり、被測定

水晶振動子をその直列共振周波数に極めて近い周波数で発振させることのできる水晶発振回路を用いることにより、該水晶発振回路において水晶振動子のインピーダンスの絶対値を簡単に正確に測定し、よってC Iを高精度で簡易に得ることができる。

【0030】実際には、このような水晶発振回路を用いた水晶振動子のインピーダンスの絶対値を測定するための測定回路、つまりC Iの測定回路としては、たとえば、図4(a)、(b)、図5、図6、図7に例示したようなものとすることができます。図4(a)は、增幅回路が電圧出力型であり、水晶振動子の励振を定電圧駆動することのできるC I測定回路を例示したものであり、定電圧駆動、つまり水晶振動子の両端に印加される励振電圧を一定に保ち、定励振電圧により水晶振動子を発振させるために、微分回路とAGC增幅回路とがそれぞれ一個、組み込まれている。

【0031】この図4(a)において、水晶振動子Q1の励振電圧v_qは、交流增幅回路A V 2により交流增幅された後、整流回路R e c 2により整流されて、励振電圧v_qに比例した直流電圧V_qとなる。この直流電圧V_qは、差動型直流増幅回路A Vにより、電圧値設定用ボ*

$$V\left(\frac{1}{C I}\right) = a \cdot \frac{V V}{R x}$$

【0034】が成立する。この式においてaは定数である。すなわち、図4(a)に示したC I測定回路を用いることにより、R xに反比例した電圧値としてV(1/C I)が測定され、このV(1/C I)からR x値、つまりC I値を簡便正確に得ることができる。また、この水晶振動子のC I測定回路においては、水晶振動子の励振電圧として、図4(a)のC I測定回路における水晶振動子Q1の励振電圧v_qの代わりに、たとえば、図4(b)に例示したように、励振電圧v_qの近似電圧であるv_{q'}を用いても良い。この場合のC I測定回路は、その回路構成が図4(a)のC I測定回路の回路構成と比べて簡易なものとなるという利点がある。

【0035】図5は、增幅回路が電圧出力型であり、水晶振動子の励振を定電流駆動することのできるC I測定回路を例示したものであり、定電流駆動、つまり水晶振動子を流れる励振電流を一定に保ち、定励振電流により水晶振動子を発振するために、微分回路とAGC增幅回路とがそれぞれ一個、組み込まれている。この図5において、水晶振動子Q1の励振電圧v_qは、交流增幅回路A V 2により交流增幅された後、整流回路R e c 2に※

$$V C I = b \cdot V I \cdot R x$$

【0038】が成立する。この式においてbは定数である。すなわち、図5に示したC I測定回路を用いることにより、R xに比例した電圧値としてV C Iが測定され、このV C IからR x値、つまりC I値を簡便正確に得ることができる。また、この水晶振動子のC I測定回路★50

*リュームVR 1によって設定される励振電圧設定値VVと比較増幅されて、直流電圧VAGCとなり、入力直流電圧VAGCによってゲイン可変であるAGC增幅回路G vを制御する。これにより直流電圧V qが励振電圧設定値VVと常に等しくなるため、R xの値が通常の範囲内である場合においては、R xの値に影響されずに、励振電圧v qは常に一定値となるように制御される。これにより、水晶振動子を、そのC I値に関わらず、無調整で定励振電圧により発振させることができる。また、10 增幅回路の入力側キャパシタンスC 2の両端に印加される電圧v iは、交流增幅回路AV 1により交流増幅された後、微分回路D iにより周波数補正され、そして整流回路R ec 1により整流されて、水晶振動子のC Iに反比例した直流電圧V(1/C I)となる。微分回路D iによる周波数補正を施すことにより、水晶振動子の発振角周波数ωの大小に関わらず、同一測定回路において任意の周波数の水晶振動子のC Iを無調整で測定することができる。

【0032】このようなC I測定回路においては、

【0033】

【数6】

..... 式(6)

※より整流されて、水晶振動子のC Iに比例した直流電圧V C Iとなる。また、増幅回路の入力側キャパシタンスC 2の両端に印加される電圧v iは、交流增幅回路AV 1により交流増幅された後、微分回路D iにより周波数補正が施され、そして整流回路R ec 1により整流されて、水晶振動子を流れる励振電流に比例した直流電圧V iとなる。この直流電圧V iは、差動型直流増幅回路A Vにより、電流値設定用ポリュームVR 1によって設定される励振電流設定値V Iと比較増幅されて、直流電圧VAGCとなり、入力直流電圧VAGCによってゲイン可変であるAGC增幅回路G vを制御する。これにより直流電圧V iが励振電流設定値V Iと常に等しくなるため、電圧v iは常に一定値となるように制御され、これにより、水晶振動子を、そのC I値の大小に関わらずに、無調整で常に一定の励振電流により発振させることができる。

【0036】このようなC I測定回路においては、

【0037】

【数7】

..... 式(7)

★路においては、水晶振動子の励振電圧として、図4(b)のC I測定回路と同様に、図5のC I測定回路における水晶振動子Q1の励振電圧v_qの代わりに、たとえば、励振電圧v_qの近似電圧であるv_{q'}を用いても良い。この場合のC I測定回路は、その回路構成が図5

のC I測定回路の回路構成と比べて簡単なものとなるという利点がある。

【0039】図6は、增幅回路が電圧出力型であり、水晶振動子の励振を定電力駆動することのできるC I測定回路を例示したものであり、定電力駆動、つまり水晶振動子の励振電力を一定に保ち、定励振電力により水晶振動子を発振するために、微分回路、AGC増幅回路、乗算回路、および除算回路が、それぞれ一個、組み込まれている。

【0040】この図6において、水晶振動子Q1の励振電圧 v_q は、交流増幅回路AV2により交流増幅された後、整流回路Rec2により整流されて、励振電圧 v_q に比例した直流電圧 V_v となる。また、増幅回路の入力側キャパシタンスC2の両端に印加される電圧 v_i は、交流増幅回路AV1により交流増幅された後、微分回路Diにより周波数補正され、そして整流回路Rec1により整流されて、水晶振動子を流れる励振電流に比例した直流電圧 V_i となる。直流電圧 V_v と V_i とは、乗算回路Mu1により掛け合わされ、水晶振動子の励振電力*

$$VCI = C \cdot Rx$$

【0043】が成立する。この式においてcは定数である。すなわち、図6に示したC I測定回路を用いることにより、Rxに比例した電圧値として VCI が測定され、この VCI からRx値、つまりC I値を簡便正確に得ることができる。また、この水晶振動子のC I測定回路においては、水晶振動子の励振電圧として、図4(b)のC I測定回路と同様に、図6のC I測定回路における水晶振動子Q1の励振電圧 v_q の代わりに、たとえば、励振電圧 v_q の近似電圧である v_q' を用いても良い。この場合のC I測定回路は、その回路構成が図6のC I測定回路の回路構成と比べて簡単なものとなるという利点がある。

【0044】また、図6に示したC I測定回路においては、乗算回路と除算回路はアナログ方式のものであるが、マイクロコンピュータなどを用いたプログラム方式の乗算器および除算器を測定回路に組み込んでもよい。図7は、増幅回路が電圧出力型であり、水晶振動子の励振を定電力駆動することのできるC I測定回路を例示したものであり、定電力駆動、つまり水晶振動子の励振電力を一定に保ち、定励振電力により水晶振動子を発振するために、微分回路、AGC増幅回路、入力信号の自乗に反比例した出力特性を持つ回路、および入力信号の自乗に比例した出力特性を持つ回路が、それぞれ一個、組み込まれている。

$$VCI = d \cdot Rx$$

【0048】が成立する。この式においてdは定数である。すなわち、図7に示したC I測定回路を用いることにより、Rxに比例した電圧値として VCI が測定され、この VCI からRx値、つまりC I値を簡便正確に得ることができる。また、この水晶振動子のC I測定回路においては、水晶振動子の励振電圧として、図4(b)のC I測定回路と同様に、図7のC I測定回路における水晶振動子Q1の励振電圧 v_q の代わりに、たとえば、励振電圧 v_q の近似電圧である v_q' を用いても良い。この場合のC I測定回路は、その回路構成が図7

*に比例した直流電圧 V_p となる。この直流電圧 V_p は、差動型直流増幅回路AVにより、電力値設定用ポリュームVR1によって設定される励振電力設定値 V_P と比較増幅されて、直流電圧 V_{AGC} となり、入力直流電圧 V_{AGC} によってゲイン可変であるAGC増幅回路Gvを制御する。これにより直流電圧 V_p が励振電力設定値 V_P と常に等しくなるため、水晶振動子の励振電圧 v_q と電圧 v_i とを掛け合わせた数値、すなわち水晶振動子の励振電力に比例した数値は、常に一定値となるように制御される。これにより、水晶振動子を、そのC I値の大小に関わらずに、無調整で常に一定の励振電力により発振させることができる。また、直流電圧 V_v は、除算回路Devにより直流電圧 V_i で除算され、水晶振動子のC Iに比例した直流電圧 VCI となる。

【0041】このような図6に示したC I測定回路においては、

【0042】

【数8】

..... 式(8)

※【0045】この図7において、増幅回路の入力側キャパシタンスC2の両端に印加される電圧 v_i は、交流増幅回路AV1により交流増幅された後、微分回路Diにより周波数補正され、そして整流回路Rec1により整流されて、水晶振動子を流れる励振電流に比例した直流電圧 V_i となる。この直流電圧 V_i は、入力信号の自乗に反比例した出力特性を持つ、たとえばアンチログ回路などのような回路 $1/S^2$ により、入力信号である直流電圧 V_i の自乗の値 V_i^2 に反比例した直流電圧 VAG Cに変換され、入力直流電圧 V_{AGC} によってゲイン可変であるAGC増幅回路Gvを制御する。これにより水晶振動子の励振電力は、常に一定値となるように制御される。また、水晶振動子が定電力で励振されている場合、水晶振動子のRxは該水晶振動子の励振電圧 v_q の自乗に比例するため、励振電圧 v_q を交流増幅回路AV2により交流増幅した後、整流回路Rec2により整流して、直流電圧 V_v とし、さらに入力信号の自乗に比例した出力特性を持つ、たとえばアンチログ回路などのような回路 S^2 により、入力信号である直流電圧 V_v の自乗の値 V_v^2 に比例した直流電圧 VCI に変換する。

【0046】このような図7に示したC I測定回路においては、

【0047】

【数9】

..... 式(9)

★路においては、水晶振動子の励振電圧として、図4(b)のC I測定回路と同様に、図7のC I測定回路における水晶振動子Q1の励振電圧 v_q の代わりに、たとえば、励振電圧 v_q の近似電圧である v_q' を用いても良い。この場合のC I測定回路は、その回路構成が図7

11

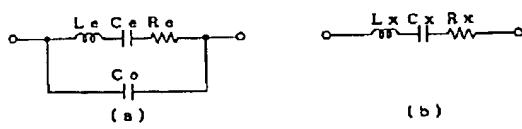
のC I測定回路の回路構成と比べて簡単なものとなるという利点がある。

【0049】また、図4、図5、図6、図7に示したC I測定回路はすべて、增幅回路が電圧出力型である水晶発振回路を用いたものであるが、增幅回路が電流出力型である水晶発振回路を用いたC I測定回路でも、同様にして、C Iの測定を簡便に精度良く行うことができるとは言うまでもない。前述のように、增幅回路が電流出力型である水晶発振回路を用いたC I測定回路は、增幅回路が電圧出力型である水晶発振回路よりも回路構成が若干複雑なものとなってしまうものの、 R_x が R_1 と比較して極端に大きくなるような場合でも、 R_x の値の影響を受けずに、C I測定を精度良く行うことができる。また、增幅回路が電圧出力型である水晶発振回路を用いたC I測定回路は、 R_x が R_1 と比較して極端に大きくなるような場合では、C Iの測定精度が若干低下するものの、增幅回路が電流出力型である水晶発振回路よりも回路構成が簡易なものとなる。したがって、C I測定回路の使用環境、たとえば、水晶振動子の種類、C I測定回路を組み込む装置の大きさ、その設置場所などを考慮して、電圧出力型または電流出力型のどちらかを選び用いて、C I測定することが好ましい。

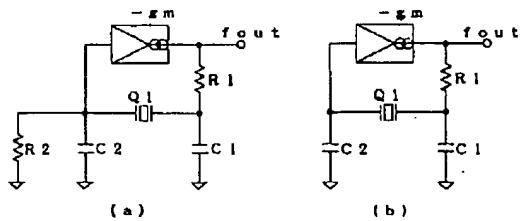
【0050】

【発明の効果】以上詳しく述べた通り、この発明によって、広範囲の周波数またはC I値を有する様々な水晶振動子に対して、同一測定回路において、周波数補正や励振レベルの設定などの調整を回路が自動的に行い、よって、短時間で、簡易に、正確なC Iの測定を行うことのできる新しい水晶振動子のC I測定方法が提供され

【図1】



【図3】



12

る。

【図面の簡単な説明】

【図1】水晶振動子の等価回路を例示した回路図であり、(a)は通常の回路構成図であり、(b)は直列共振周波数に極めて近い周波数で発振される場合の回路構成図である。

【図2】電圧出力反転型増幅回路を用いたコルピット型水晶発振回路を例示した回路図であり、(a)は通常の回路構成図であり、(b)は R_2 が C_2 のリアクタンスよりも非常に大きい場合の回路構成図である。

【図3】電流出力反転型増幅回路を用いたコルピット型水晶発振回路を例示した回路図であり、(a)は通常の構成図であり、(b)は R_2 が C_2 のリアクタンスよりも非常に大きい場合の構成図である。

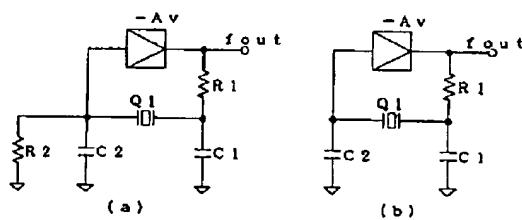
【図4】増幅回路が電圧出力型である水晶発振回路を用いた定電圧励振であるC I測定回路を例示した回路図であり、(a)は水晶振動子の励振電圧として v_q を用いた場合の回路図であり、(b)は水晶振動子の励振電圧として v_q の近似電圧 $v_{q'}$ を用いた場合の回路図である。

【図5】増幅回路が電圧出力型である水晶発振回路を用いた定電流励振であるC I測定回路を例示した回路図である。

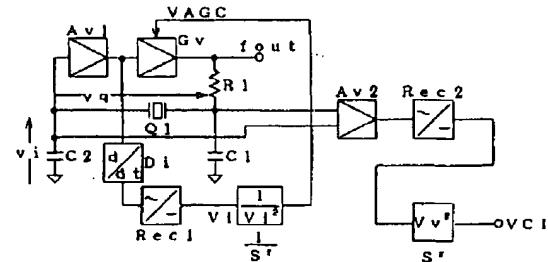
【図6】増幅回路が電圧出力型である水晶発振回路を用いた定電力励振であるC I測定回路を例示した回路図である。

【図7】増幅回路が電圧出力型である水晶発振回路を用いた定電力励振であるC I測定回路を例示した回路図である。

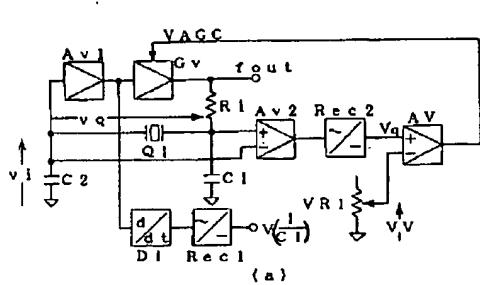
【図2】



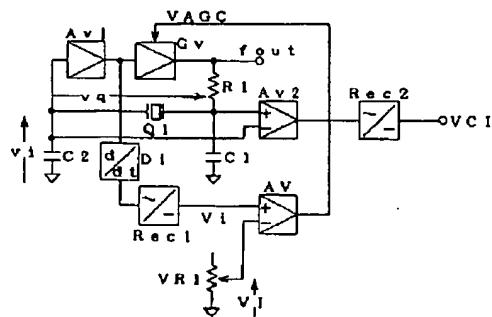
【図6】



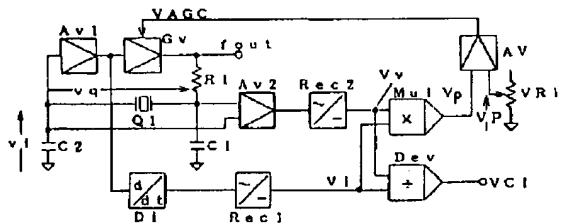
【图4】



【図5】



【图7】



【手続補正書】

【提出日】平成8年7月18日

【手続補正1】

【補正対象書類名】図面

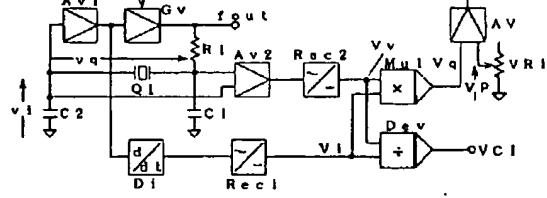
【補正対象項目名】図6

【補正方法】変更

【補正內容】

〔図6〕

Ay



【手続補正2】

【補正対象書類名】図面

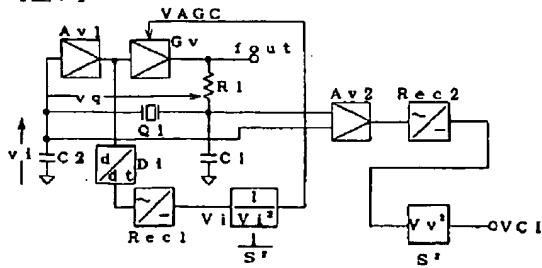
【補正対象項目名】図7

【補正方法】変更

【補正內容】

【図7】

v



【手続補正書】

【提出日】平成8年7月18日

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0019

【補正方法】変更

【補正内容】

【0019】

【数3】

$$\frac{1}{2} \left(\frac{Cx}{C1} + \frac{Cx}{C2} + \frac{Cx \cdot Rx}{C2 \cdot R1} \right) \dots \text{式(8)}$$

CLIPPEDIMAGE= JP410010174A
PAT-NO: JP410010174A
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 10010174 A
TITLE: METHOD FOR MEASURING CI OF CRYSTAL OSCILLATOR

PUBN-DATE: January 16, 1998

INVENTOR-INFORMATION:

NAME
USHIYAMA, HAJIME

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
SUWA DENSHI KK	N/A

APPL-NO: JP08162220

APPL-DATE: June 21, 1996

INT-CL_(IPC): G01R029/22; G01R031/00 ; H03B005/32 ; H03H003/02

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To measure a CI, one parameter of a crystal oscillator,
easily and accurately in a short time by reading the CI directly
in the form of
a voltage value or a current value based on a constantly excited
voltage or a
constantly excited current.

SOLUTION: An exciting voltage v_q for a crystal oscillator Q1 is amplified
through an AC amplification circuit A_{V2} and rectified through a
rectifier
circuit R_{e2} to produce a DC voltage V_q proportional to the
exciting voltage
 v_q . A DC differential amplifier circuit A_V compares the DC
voltage V_q with an
exciting voltage set value V_V through a voltage value setting
volume VR_1 to
produce a DC voltage V_{AGC} for controlling an AGC amplifier
circuit G_y . The
voltage v_q is controlled to be constant at all times and the
oscillator Q1 is
oscillated with a constant exciting voltage without being
regulated. A voltage
 v_i is used for frequency correction in a differentiation circuit
 D_i .
Consequently, the CI of the oscillator Q1 having an arbitrary
frequency can be

measured using a same measuring circuit without requiring any regulation regardless of the oscillation angular frequency of the oscillator Q1.

COPYRIGHT: (C)1998,JPO